

УДК 621

С. Білик², канд. техн. наук; Іг. Гевко¹, канд. техн. наук; В. Солтисюк²,
канд. техн. наук; В. Диня¹; О. Олексин¹

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

²Бережанський агротехнічний інститут

ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГНУЧКОГО РОБОЧОГО ОРГАНА КАНАТНОГО КОНВЕЄРА

Резюме. Удосконалено конструкцію гнучкого робочого органа канатного конвеєра, яка забезпечує зменшення сили транспортування порошкових матеріалів у круглих трубах і покращує умови транспортування і відповідно підвищує експлуатаційну надійність і довговічність робочого органа. Виведено аналітичні залежності для визначення продуктивності канатного конвеєра і конструктивних параметрів.

Ключові слова: канатний конвеєр, гнучкий робочий орган, порошкові матеріали.

S. Bilyk, Ig. Hewko, V. Solotysiuk, V. Dynia, O. Olexyshyn

THE SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF A ROPE CONVEYER' FLEXIBLE WORKING BODY

The summary. The improved structure of a rope conveyer flexible working body is proposed. This structure guarantees the reduction of transportation power as well as the increase of operational reliability and durability of the working body. The analytical dependences for determining the power and structural parameters are developed. Besides, the usage of feeding discs with elliptical holes with the tackle fixed inside them guarantees their self-centring and the application of force and the center cross section of mass flux.

Key words: rope conveyer, flaxible working body, powder materials

Умовні позначення

r – радіус поперечного перерізу заклепки, мм;

f – коефіцієнт тертя;

N – нормальна сила;

l_1 і l_2 – значення плечей;

Q – зусилля;

W – сила;

i – передаточне відношення;

M_2, M_3 – сила, яка діє на кріпильні елементи, Н.

Постановка проблеми. Технологічні процеси виробництва, пов'язані з сипкими, порошкоподібними матеріалами нерозривно пов'язані з переміщенням великої кількості вантажів по прямолінійних і криволінійних трасах. Тому в забезпеченні транспортних потоків, комплексної механізації й автоматизації праці на підприємствах провідну роль відіграють системи трубчастих транспортно-технологічних механізмів як екологічно чистий вид транспорту.

До їх переваг відноситься велика герметичність, різноманітність просторових криволінійних трас, можливість використовувати для жолобів стандартні труби, а для скребків – круглі тонкостінні диски. Основним недоліком цих конвеєрів є недостатня експлуатаційна надійність і довговічність, особливо при переміщенні на криволінійних трасах.

Тому обґрунтування параметрів гнучких робочих органів канатних конвеєрів є актуальним і має важливе значення.

Аналіз результатів дослідження. Питаннями транспортування сипких матеріалів по прямих і криволінійних трасах присвячені праці Омельченка О.О.[1], Кукта Г.М. [2], Павлице В.Г. [3] та багатьох інших. Транспортування порошкових матеріалів по криволінійних трасах трубчастими конвеєрами з використанням гнучких канатних робочих органів недостатньо досліджені й потребують свого подальшого опрацювання з метою зменшення зусилля транспортування й підвищення експлуатаційної надійності й довговічності робочих органів і транспортних жолобів.

Мета роботи – підвищення експлуатаційної надійності гнучких канатних робочих органів при транспортуванні порошкових матеріалів по криволінійних ділянках конвеєрів.

Робота виконується згідно з Постановою Кабінету Міністрів України “Про розвиток сільськогосподарського машинобудування і забезпечення агропромислового комплексу конкурентоспроможною технікою” на 2010...2015 роки.

Реалізація роботи. Підвищення експлуатаційної надійності й довговічності гнучких канатних робочих органів можна здійснювати відповідними робочими органами [4, 5] в яких прикладання сили подачі порошкових матеріалів здійснюється в круглих трубах по центру поперечного січення маси потоку з автоматичним саморегулюванням. В еліптичних отворах це здійснюється саморегулюванням розміщення троса в еліпсному отворі подавальних дисків.

Конструкція такого робочого органу зображена на рис.1, який виконано у вигляді, гнучкого каната 1, до якого перпендикулярно до його осі жорстко закріплено подавальні диски 2 через певний крок. З двох боків подавальні диски 2 є у взаємодії з упорними шайбами 3 з видовженими ступицями 4, в центральних отворах 5 яких жорстко закріплено гнучкий канат 1.

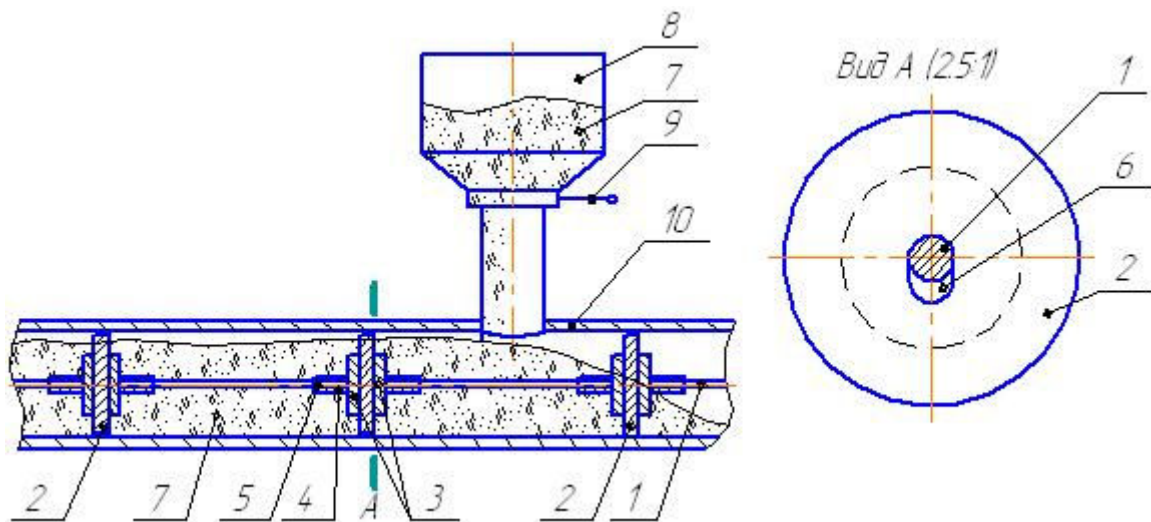


Рисунок 1. Робочий орган гвинтового канатного конвеєра

По центру подавальних дисків 2 виконані вертикальні еліпсні отвори 6, менший діаметр яких є більшим зовнішнього діаметра гнучкого каната 1, а більший діаметр дорівнює 2...3 зовнішнім діаметрам гнучкого каната з можливістю радіального переміщення. Таке розміщення гнучкого каната в еліпсному вертикальному отворі

забезпечує самоцентрування прикладання сили подачі по центру поперечного січення транспортного потоку. Зовнішній діаметр упорних шайб 3 менший зовнішнього діаметра подавальних дисків 2. Для завантаження сипких матеріалів 7 в зону транспортування використовують бункер 8 з шибером 9, які встановлені зверху транспортної труби 10.

Робота робочого органу гнучкого канатного конвеєра здійснюється наступним чином. Сипкий матеріал 7 з бункера 8 при відкритому шибері 9 надходить у трубу 10 канатного конвеєра. При його переміщенні в трубі подавальні диски 2 захоплюють сипкий матеріал і переміщують до вивантажувальних вікон. Так як поперечне січення труби 10 заповнене не повністю, то сила подачі порошкових матеріалів 7 буде автоматично центруватися в транспортній трубі автоматичним зміщенням каната 1 у вертикальних еліптичних отворах подавальних дисків по центру поперечного січення маси потоку. При цьому упорні шайби 3 з видовженими ступицями 4 будуть сприяти дотриманню перпендикулярного положення подавальних дисків 2 до осі каната, чим будуть покращувати умови транспортування порошкових матеріалів і відповідно при цьому зменшуватимуться зусилля переміщення.

Особливістю цього робочого органу є покращення умов транспортування і зменшення зусилля переміщення вантажів у транспортних трубах 10 і відповідно збільшувати експлуатаційну надійність і довговічність робочих органів, особливо на радіусних переходах.

Для розрахунку зусиль, які діють на ланку привода гнучкого канатного конвеєра, використаємо розрахункову схему, зображену на рис. 2. Оскільки Г-подібні штовхачі привода кріпляться до привідного диска мінімум у двох локалізованих точках, то внаслідок зусилля Q , яке уособлює дію маси вантажу і сил тертя транспортуючих дисків до поверхні U-подібної траси конвеєра, Г-подібний штовхач функціонує як типовий важіль, і основні зусилля сконцентровані у відповідних точках його взаємодії з транспортуючим диском і місць кріплення до привідного диска, тобто точки 1, 2, 3.

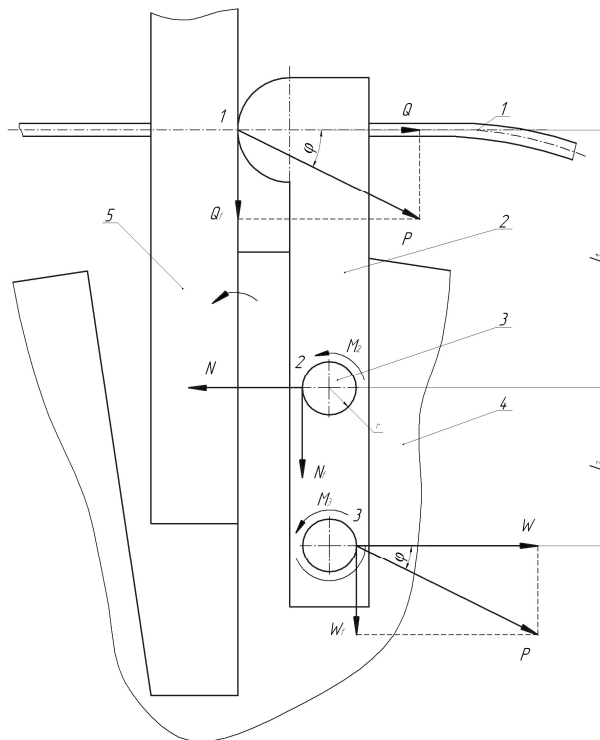


Рисунок 2. Розрахункова схема для визначення зусиль, які діють на ланку привода гнучкого канатного конвеєра: 1 – канат; 2 – Г-подібний штовхач; 3 – заклепки; 4 – привідний диск; 5 – подавальний диск

Відповідно для визначення співвідношення між зусиллям Q і силою W , яка діє на крайню точку кріплення Г-подібного штовхача 2 до приводного диска 4, розглянемо їх сумарну дію на прямий важіль, роль якого в даному випадку виконує Г-подібний штовхач. Тобто зусилля Q , яке уособлює дію маси вантажу і сил тертя транспортуючих дисків до поверхні U-подібної траси конвеєра, діє на один кінець Г-подібного штовхача на деякій відстані l_1 , числове значення якої є конструктивною величиною, від так званої осі коливання, яка знаходиться в точці 2. Відповідно коли подавальний диск контактує із поверхнею Г-подібного штовхача, зусилля Q дещо зміщує його навколо осі в точці 2, а на протилежному боці штовхача, в місці його фіксації, виникає сила W , яка діє на місце фіксації Г-подібного штовхача до приводного диска і може спричинити руйнування кріплення. Попередньо можна припустити, що внаслідок різниці між значеннями плечей l_1 і l_2 , а також з урахуванням втрат на тертя, що значення сил Q і W будуть різними. Для визначення співвідношення даних сил використаємо принцип обертання важеля, тобто точкою обертання у нашому випадку буде т.2. Відповідно позначимо реакцію на осі даного важеля через N , від якої виникає сила тертя Nf , яка перешкоджає повертанню.

Для визначення нормальної сили N запишемо умову рівноваги Г-подібного штовхача відносно точки 3 розрахункової схеми, але без урахування сили тертя. Відповідно

$$M_3 = Nl_2 - Q(l_1 + l_2), \quad (1)$$

але

$$N = \frac{Q(l_1 + l_2)}{l_2}, \quad (2)$$

тобто

$$N = Q + W. \quad (3)$$

Для визначення співвідношення між зусиллям Q , яке уособлює дію маси вантажу і сил тертя транспортуючих дисків до поверхні U-подібної траси конвеєра та силою W , яка діє на місце фіксації Г-подібного штовхача до приводного диска, знайдемо рівняння рівноваги штовхача відносно т.2 з урахуванням тертя від сили N .

$$M_2 = Ql_1 - N \cdot f \cdot r - Wl_2 = 0. \quad (4)$$

Відповідно

$$Ql_1 = Wl_2 + N \cdot f \cdot r; \quad W = \frac{(Ql_1 - N \cdot f \cdot r)}{l_2}. \quad (5)$$

Підставивши у формулу (5) значення сили N згідно з рівністю (3), отримаємо

$$W = \frac{(Ql_1 - (Q + W) \cdot f \cdot r)}{l_2} = \frac{(Ql_1 - Qfr - Wfr)}{l_2}, \quad (6)$$

$$Wl_2 = Ql_1 - Qfr - Wfr; \quad (7)$$

$$Wl_2 + Wfr = Ql_1 - Qfr, \quad (8)$$

відповідно

$$W = \frac{Q(l_1 - fr)}{(l_2 + fr)}, \quad (9)$$

$$Q = \frac{W(l_2 + fr)}{(l_1 - fr)}. \quad (10)$$

Передаточне відношення дорівнює

$$i = \frac{W}{Q} = \frac{Q(l_1 - fr) \cdot (l_1 - fr)}{W(l_2 + fr) \cdot (l_2 + fr)} = \frac{Q(l_1 - fr)^2}{W(l_2 + fr)^2}. \quad (11)$$

Згідно з даними, отриманими шляхом підстановки різних варіантів даних конструктивних параметрів з'єднуючих елементів, отримані наступні графічні залежності зміни навантаження, яке здатне сприймати з'єднання без порушення його цілісності (рис. 4, 5) для сталі Ст2, 10кп і 20кп і різних діаметрів заклепок.

Як бачимо із графічних залежностей, отриманих розрахунком теоретичних даних, міцність з'єднання можна забезпечити підбором матеріалу заклепки, її діаметром, а також їх кількістю. Проте кожен із цих параметрів має своє обмеження, зокрема матеріали з підвищеними значеннями допустимих напружень і збільшені типорозміри заклепки (діаметри) вимагають значних зусиль при формуванні головок, а, отже, і відповідного обладнання. Крім того, великі значення діаметрів і кількості заклепок обмежуються габаритами зони фіксації і викликають послаблення з'єднання. Тобто завищені вимоги до матеріалу заклепки, її діаметральних значень, а також кількості є, з певної точки зору, нетехнологічними, а, отже, недоцільними, а для вибору оптимальних значень необхідно проводити попередні перевіірочні розрахунки за вище запропонованою методикою. Однак остаточний вибір раціональних значень параметрів можна провести лише після серії експериментальних досліджень.

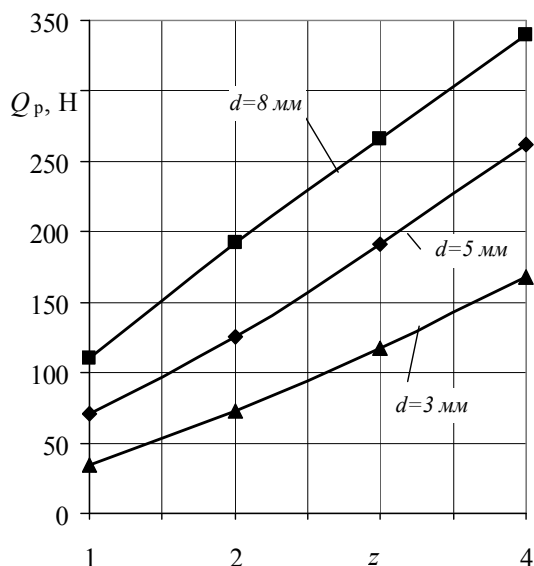


Рисунок 3. Графічні залежності зміни зусилля відривання головок (розриву) з'єднання від кількості площин розриву (кількості заклепок) для різних типорозмірів заклепок

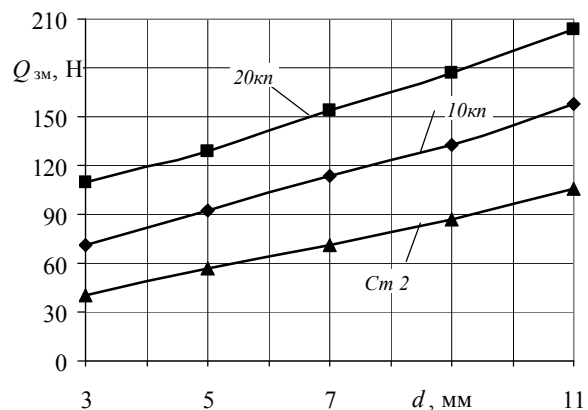


Рисунок 4. Графічні залежності зміни зусилля зминання від діаметра заклепок для різних матеріалів

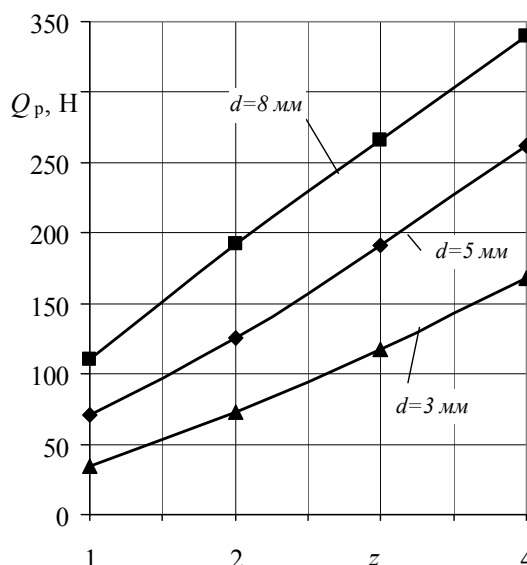


Рисунок 5. Графічні залежності зміни зусилля відривання головок (розриву) з'єднання від кількості площин розриву (кількості заклепок) для різних типорозмірів заклепок

Висновки. Проведено удосконалення конструкції гнучкого робочого органу канатного конвеєра, яка забезпечує зменшення сили транспортування порошкових матеріалів у круглих трубах з радіусними трасами і відповідно підвищує експлуатаційну надійність і довговічність цих конвеєрів. Наведено аналітичні залежності для визначення технологічних і конструктивних параметрів канатних конвеєрів і рекомендації щодо їх проектування.

Література

1. Омельченко, О.О. Довідник по механізації тваринницьких і птичинницьких ферм і комплексів [Текст] / О.О. Омельченко, Б.Д. Ткач. – К.: Урожай, 2002. – 271 с.
2. Кухта, Г.М. Механизация и автоматизация животноводства [Текст] / Г.М. Кухта, А.К. Колесник. – К.: Вища школа, 2000. – 385 с.
3. Павлище, В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин [Текст] / В.Т. Павлище. – К.: Вища школа, 2003. – 556 с.
4. Пат. № 54102 МПК В65G 33/00 Україна. Гнучкий канатний конвеєр [Текст] / Гевко Б.М.; Ляшук О.Л.; Стефанів В. М.; Олексин О.В.; Комар Р.В.; Гевко І.Б.; заявник і власник патенту Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя. – № u201005330 заявл. 30.04.10; опубл. 25.10.10, Бюл. № 20.
5. Пат. № 52568 МПК В65G 33/00 Україна. Гнучкий ланцюговий конвеєр [Текст] / Гевко Б.М.; Ляшук О.Л.; Стефанів В. М.; Диня В.І., Олексин О.В.; Дячун А.Є.; Гевко І.Б.; заявник і власник патенту Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя. – № u201004000 заявл. 06.04.10; опубл. 25.08.10, Бюл. №16, 2010р.

Отримано 12.04.2011